

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 10 月 20 日 (20.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/098942 A1

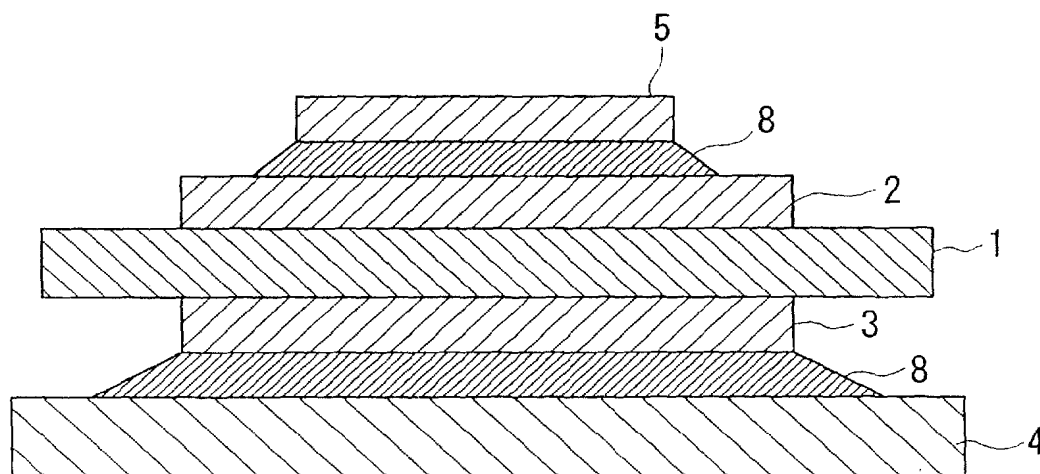
- (51) 国際特許分類: **H01L 23/14, 23/12, H05K 1/03**
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/006618
- (22) 国際出願日: 2005 年 4 月 4 日 (04.04.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-110879 2004 年 4 月 5 日 (05.04.2004) JP
特願2004-221700 2004 年 7 月 29 日 (29.07.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長瀬 敏之 (NAGASE, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 番地 1 4 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内 Ibaraki (JP). 長友 義幸 (NAGATOMO, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 番地 1 4 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内 Ibaraki (JP). 久保 和明 (KUBO, Kazuaki) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 番地 1 4 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内 Ibaraki (JP). 根岸 健 (NEGISHI, Takeshi) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 番地 1 4 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内 Ibaraki (JP).

[続葉有]

(54) Title: AI/AIN JOINT MATERIAL, BASE PLATE FOR POWER MODULE, POWER MODULE AND PROCESS FOR PRODUCING AI/AIN JOINT MATERIAL

(54) 発明の名称: AI/AIN 接合体、パワーモジュール用基板及びパワーモジュール並びに AI/AIN 接合体の製造方法



(57) Abstract: A base plate for power module comprising a metal sheet and, joined thereto, a ceramic substrate, wherein the ceramic substrate exhibits an amount of release agent remaining in its junction interface with the metal sheet, in terms of B-quantity by fluorescent X-ray analysis, of <5, with the region of crystal grain strain occurrence in the junction interface being $\leq 40\%$ based on the total. Alternatively, the ceramic substrate exhibits an amount of release agent remaining in its junction interface with the metal sheet, in terms of B-quantity by fluorescent X-ray analysis, of <5, with the degree of crystal grain strain in the junction interface being $\leq 0.03\%$.

[続葉有]

WO 2005/098942 A1



(74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA, Masatake et al.); 〒1048453 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光 X 線分析による B 量で 5 未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の 40% 以下であること、または、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光 X 線分析による B 量で 5 未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み量が 0.03% 以下である。

明 細 書

Al／AlN接合体、パワーモジュール用基板及びパワーモジュール並びにAl／AlN接合体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電気自動車や電気車両等、大電流・大電圧を制御する半導体装置に用いられるAl／AlN接合体、パワーモジュール用基板及びパワーモジュール並びにAl／AlN接合体の製造方法に関する。

本願は、2004年4月5日に出願された特願2004－110879号及び2004年7月29日に出願された特願2004－221700号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、半導体素子の中でも電力供給のためのパワーモジュールは発熱量が比較的大きいため、これを搭載する基板として、回路基板全体の放熱性を良好にできるものを選ぶ必要がある。このため、セラミックス基板として高い熱伝導率を有するAlN(窒化アルミニウム)基板を用いる一方、金属回路板として同じく高熱伝導率を有するAl(アルミニウム)を使用したものが実用化されている(例えば、特許文献1、2参照)。

特許文献1:特開平3－234045号公報

特許文献2:特開2002－171037号公報

[0003] 図9に示すようなパワーモジュール40が一例として知られている。このパワーモジュール40では、2つのパワーモジュール基板41が放熱体31上にロウ材33やハンダなどによって接合され、さらに放熱体31が水冷式ヒートシンク37上に雄ネジ36を用いてネジ止め固定されている。

パワーモジュール用基板41は、それぞれAlNからなる絶縁基板(以下、AlN基板と称する)42の一方の面に、Alからなる回路層43を積層し、他方の面にAlからなる金属層44を積層したAlN／Al接合体45と、回路層43上にハンダ34を介して搭載された半導体チップ35とを備えている。金属層43または回路層44として、4N－Al(純度が99.99%以上のアルミニウム)を用いたAlN／Al接合体としてもよい。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、前記従来のパワーモジュール用基板の技術には、以下の課題が残されている。すなわち、第1の課題として、金属板をセラミックス基板に接合する場合、単にセラミックス基板の表面粗さを低減しても十分に高い接合強度が得られず、信頼性の向上が図れないという不都合があった。例えば、セラミックス基板の表面を、 Al_2O_3 粒子で乾式ホーニングを行い、表面粗さを $R_a=0.2\mu\text{m}$ にしても、剥離試験で界面剥離が生じてしまう場合があることが分かった。また、研磨法により表面粗さを $R_a=0.1\mu\text{m}$ 以下にしても、やはり同様に界面剥離が生じてしまう場合があった。
- [0005] また、第2の課題として、絶縁基板として AlN を使用した場合には、熱伝導率が高く十分な放熱性が得られる反面、 AlN 基板自体の強度が低いため、パワーモジュールを使用するにあたって温度サイクルを繰り返すとクラックが生じて金属回路板が剥離することがある。その結果、放熱性が低下して電子機器の動作信頼性が低下する耐熱サイクルが低いという問題があった。これは、温度サイクル試験($-40\sim 125^\circ\text{C}$)において、特に顕著である。
- [0006] 一方、 AlN 基板の製造工程における AlN のグリーン焼結では、 AlN のグリーンシートの上に、離型のための窒化ホウ素(BN)シートを積層して焼結するため、焼結後に AlN 基板の表層に BN が付着している。そのため、そのままでは AlN 基板に Al の金属層を接合することが困難であり、 Al の回路層または金属層を接合する前に、ホーニング等により AlN 基板の表層から BN を除去することが行われている。
- [0007] しかし、 BN を除去した場合に初期の接合強度が十分に得られても、温度サイクルを繰り返した場合には必ずしも十分な耐熱サイクルを確保することは困難であり、寿命のばらつきも大きい。このため、今後、普及が見込まれる電気自動車や家庭内自家発電といった温度サイクルが頻繁に繰り返される用途においては充分とはいえなかった。
- [0008] 本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、金属板とセラミックス基板との高い接合強度が得られるパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを提供することを第1の目的とする。

[0009] また、AlN基板にAlを接合した場合に、初期の接合強度のみならず、温度サイクルの作用によって熱膨張、収縮を繰り返しても絶縁基板と放熱体との間に剥離が生じたり、絶縁基板や放熱体に反りや割れが生じたりすることなく、十分な耐熱サイクルを確保して十分な寿命が得られるAlN／Al接合体の製造方法、それを用いて製造した信頼性の高いAlN／Al接合体、それを使用したパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを提供することを第2の目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明のパワーモジュール用基板は、金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量(ボロン量)で5未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であることを特徴とする。

なお、蛍光X線分析によるB量とは、蛍光X線分析によってB-K α 及びAl-K α のピーク高さを求め、B-K α のピーク高さ／Al-K α のピーク高さ $\times 100000$ で求めた値と定義する。

歪み発生領域とは、前記界面におけるセラミックス結晶粒のTEM(透過電子顕微鏡)による明視野像で観察される結晶粒内の暗部領域であり、つまり転位が存在する領域をいう。

[0011] このパワーモジュール用基板では、セラミックス基板が、金属板との接合界面における離型剤の残留量がB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であるので、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。なお、金属板との接合界面における離型剤の残留量を蛍光X線分析によるB量で5未満としたのは、セラミックス基板を焼結する際に含まれていた離型剤(例えば、BN(ボロンナイトライド))が多く残留して接合性を悪化させることを防ぐためである。

[0012] また、本発明のパワーモジュール用基板は、金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、前記

接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であることを特徴とする。

- [0013] このパワーモジュール用基板では、セラミックス基板が、金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み量(X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定による歪み量)が0.03%以下であるので、後述するように、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。
- [0014] 前記金属板はアルミニウム板であってもよく、前記セラミックス基板は窒化アルミニウム板または窒化ケイ素板であってもよい。
- [0015] 本発明のパワーモジュールは、前記パワーモジュール用基板の金属板上に半導体チップが搭載されたパワーモジュールである。
- [0016] 本発明のAl/AlN接合体は、AlとAlNをロウ材を介して接合してなるAl/AlN接合体であって、前記AlN表面の多孔質層の内部に前記ロウ材が溶浸され、前記溶浸されたロウ材は少なくとも一部がAlN結晶構造の略0.5層以上3層以下の範囲において三次元網目構造とされている。
- [0017] このAl/AlN接合体では、AlN表面の多孔質層の内部、すなわちAlNの結晶粒子間の気孔部分に溶浸されたロウ材の少なくとも一部が三次元網目構造とされているので、AlN表面の多孔質体と三次元網目構造をなすロウ材とが強固に結合しあい、Alとロウ材とAlNとが確実に接合される。また、三次元網目構造がAlN結晶構造の略0.5層以上であるので、ロウ材がAlN結晶の背後まで廻り込んでしっかりと喰い付く。また、脆弱層が存在しないAlN結晶の3層までの層を使用することによって、接合に使用されるロウ材を削減できるとともに温度サイクルによる剥離が抑制される。従って、初期接合のみならず、熱サイクル後においても高い接合強度を確保できる。
- [0018] 前記溶浸されたロウ材の三次元網目構造体の太さは、AlNの表面からAlNの内部に向かうにつれ拡大していてもよい。すなわち、AlNの表面側において三次元網目構造体が細くされていてもよい。

この場合、前記溶浸されたロウ材の三次元網目構造体の太さがAlNの表面よりも内部において拡大しているので、アンカー効果によりロウ材がAlNに確実に接合される。その結果、温度サイクルによる剥離がいつそう抑制される。

[0019] 本発明の他の態様のパワーモジュール用基板は、絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面側に設けられた放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記絶縁基板として前記Al／AlN接合体が用いられる。

本発明の他の態様のパワーモジュールは、前記パワーモジュール用基板の前記絶縁基板の他方の面側に、チップを搭載したものである。

前記絶縁基板の前記一方の面側には、空冷または液冷のヒートシンクが備えられていてもよい。

[0020] これらのパワーモジュール用基板またはパワーモジュールでは、AlとAlNがロウ材を介して確実に接合されたAl／AlN接合体を使用しているため、温度サイクルによっても剥離し難く、耐熱信頼性が高い。また、ヒートシンクが設けられた場合には、冷却効率がさらに向上する。

[0021] 本発明のAl／AlN接合体の製造方法は、AlN圧粉成形体を焼結してその表面に多孔質層を形成し、得られたAlN焼結体の多孔質層にロウ材を介してAl材を結合させることにより、両者を接合することを特徴とする。

[0022] このAl／AlN接合体の製造方法では、ロウ材を介してAl材と接合されるAlN焼結体の表面に多孔質層が形成されるので、Al材を接合する際に、ロウ材がAlN焼結体の多孔質層の気孔内に浸入し、気孔内で凝固する。したがって、ロウ材がAlN焼結体の内部に喰い付いて両者が確実に接合される。

[0023] 前記AlN焼結体の最外層表面近傍の脆弱多孔質層を除去した後に、前記Al材をロウ付けしてもよい。この場合は、ロウ材がAlN焼結体の多孔質層の気孔内に浸入し、気孔内で凝固する。

[0024] このAl／AlN接合体の製造方法では、AlN焼結体の最外層表面の脆弱多孔質層が加工除去されており、接合面に力が加わってもAlN焼結体の表層が剥離しにくい。ため、Al／AlN接合体の接合面での剥離がいっそう防止できる。

[0025] 本発明の他の態様のAl／AlN接合体の製造方法では、前記AlN焼結体の多孔質層とAl材との間にロウ材を配置した状態で、真空加熱及び加圧することを特徴とする。

[0026] このAl／AlN接合体の製造方法では、真空加熱により、AlN焼結体の表面に形成

された多孔質層の気孔内の空気が除去されて気孔内へのロウ材の浸入が容易になる。また、ロウ材及びAlN焼結体の接合面が酸化されにくい。さらに、加圧することにより、ロウ材の表面張力に抗してAlN焼結体の多孔質層の気孔内にロウ材を押し込むことができる。

[0027] 前記製造方法において、接合面を真空状態に置いた後に加熱し、ロウ材に液相を発生させ、さらに加圧してAlN焼結体の多孔質層に液相のロウ材を含浸させてもよい。

[0028] このAl／AlN接合体の製造方法では、AlN焼結体の接合面を真空状態に置いた後に、ロウ材に液相を発生させるので、AlN焼結体の表面に形成された多孔質層の気孔内の空気が完全に除去された後に、熔融したロウ材の浸入が始まる。したがって、ロウ材が多孔質層の気孔内の隅々まで浸透する。さらに、加圧されることによりロウ材の表面張力に抗して気孔内の小さな隙間までロウ材が押し込まれる。

[0029] Al／AlN間に置いたロウ材の融液を冷却、凝固させることにより、AlN焼結体の多孔質層を介してAlN焼結体とAl材を接合してもよい。

[0030] この場合、AlN焼結体の表面に形成された多孔質層の気孔内に熔融したロウ材が浸入した後にロウ材の融液を冷却、凝固させることにより、ロウ材がAlN焼結体の多孔質層の内部までしっかりと固着する。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、パワーモジュール用基板を構成する金属板とセラミックス基板とが高い強度で接合され、温度サイクル試験等の環境試験に対しても優れた信頼性を有する。したがって、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができ、さらに、温度変化の厳しい環境下であっても高い信頼性を有するパワーモジュールを得ることができる。

[0032] また、本発明のAl／AlN接合体によれば、初期の接合強度のみならず、温度サイクルの作用によって熱膨張、収縮を繰り返しても絶縁基板と放熱体との間に剥離が生じたり、絶縁基板や放熱体に反りや割れが生じたりすることなく、十分な耐熱サイクルを確保して十分な寿命が得られる。したがって、信頼性が高いAlN／Al接合体と、それを使用したセラミックス回路基板、パワーモジュールを得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0033] [図1]本発明の第1の実施形態におけるパワーモジュールを示す断面図である。
- [図2]本発明の第1の実施形態におけるホーニング条件に対する歪みを示すグラフである。
- [図3]本発明の第1の実施形態におけるホーニング度合いに対するBN残留量と表面ダメージ量との関係を説明するためのグラフである。
- [図4]本発明の第2の実施形態におけるAlN／Al接合体を示す概念図である。
- [図5]本発明の第2の実施形態におけるAlN絶縁体とAlとの接合面を示す概念図である。
- [図6]本発明の第2の実施形態におけるグリーン焼結後のAlN絶縁体を示す概念図である。
- [図7]本発明の第2の実施形態におけるAlN絶縁体を示す概念図である。
- [図8]本発明の第3の実施形態におけるAlN／Al接合体を用いたパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを示す概念図である。
- [図9]従来のAlN／Al接合体を用いたパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを示す概念図である。

符号の説明

- [0034] 1 セラミックス基板
- 2 金属回路板(金属板)
- 3 金属板
- 5 Siチップ(半導体チップ)
- 10 AlN／Al接合体(絶縁基板)
- 11 AlN基板(AlN焼結体)
- 12、13 Al板(Al材)
- 14 ロウ材
- 23 脆弱多孔質層
- 31 放熱体
- 30 パワーモジュール

32 パワーモジュール用基板

35 半導体チップ(チップ)

37 水冷式ヒートシンク

発明を実施するための最良の形態

- [0035] 以下、本発明にかかるパワーモジュール用基板及びパワーモジュールの第1の実施形態を、図1及び図2を参照しながら説明する。
- [0036] 本実施形態のパワーモジュール用基板及びこれを用いたパワーモジュールは、図1に示すように、電力供給用のパワー素子を有するSiチップ(半導体チップ)5を搭載するものである。このパワーモジュール用基板及びパワーモジュールの構造を、その製造プロセスと合わせて説明する。まず、AlNのセラミックス基板1(例えば50mm×30mm、厚さ0.635mm)と、Al(例えば純度99.9%以上)の金属回路基板2と、Al(例えば純度99.9%以上)の金属板3と、ロウ材(例えばAl-Si箔、50mm×30mm、厚さ0.1mm以下)とを準備する。
- [0037] 次に、セラミックス基板1の表面に対して所定の回数及び圧力でホーニングを行い、セラミックス基板1の金属回路基板2との接合界面における離型剤(BN)の残留量を蛍光X線分析によるB量(ボロン量)で5未満にすると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下となるようにする。なお、前記歪み発生領域とは、前記界面におけるセラミックス結晶粒のTEM(透過電子顕微鏡)観察(明視野像)により、結晶粒内暗部つまり転位部が40%以上の結晶がある領域である。
- [0038] ホーニングにより、セラミックス基板1の金属回路板2との接合界面における離型剤の残留量を蛍光X線分析によるB量で5未満にすると共に、図2に示すように、X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定による歪み量で0.03%以下となるようにしてもよい。
- [0039] 次に、セラミックス基板1の上面に金属回路板2をロウ材を介して接着すると共に、セラミックス基板1の下面に、同じロウ材を介してAlの金属板3を同様に接着する。
- この接着工程では、ロウ材をセラミックス基板1と金属回路板2及び金属板3との間に挟んで積層し、荷重をかけて600℃以上真空中または還元雰囲気中で加熱して接合する。

[0040] このように得られたAl／AlN／Al接合体の金属回路板2上にレジストを印刷した後、エッチングすることにより所定の回路パターンを形成し、パワーモジュール用基板が作製される。

[0041] 次に、前記パワーモジュール用基板の金属回路板2上面に、Siチップ5をハンダ8により接着すると共に、このパワーモジュール用基板を、金属板3を介して放熱板4上にハンダ8により接着する。このようにして、本実施形態のパワーモジュールが作製される。

[0042] 本実施形態のパワーモジュール用基板及びパワーモジュールでは、セラミックス基板1の金属回路板2との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下または結晶粒の歪み量が0.03%以下であるので、後述する実施例の試験結果より、温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。

すなわち、セラミックス基板1の金属回路板2との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であるから、セラミックス基板1を焼結する際に含まれていた離型剤のBNが界面に多く残留して接合性を悪化させることを防ぐことができる。セラミックス基板1表面(接合界面)における離型剤の残留量とダメージ量とは、図3に示すように、ホーニングの度合いによって、トレードオフの関係にあり、残留量及びダメージ量がいずれも低い状態で高い接合強度が得られるためである。

[0043] 次に、本発明の第2の実施形態におけるAlN／Al接合体及びその製造方法を、図4から図7を参照しながら説明する。

図4は、本発明の第2実施形態のAlN／Al接合体(絶縁基板)10を示す断面図であり、このAlN／Al接合体10は、AlN基板(絶縁セラミック基板)11の両面のそれぞれに、ロウ材層14を介して、Al板(導電層)12、13を接合したものである。

[0044] AlN／Al接合体10のAlN基板11は所望の大きさに形成されたものであり、一例として0.3～1.5mm程度とされる。AlN／Al接合体10の形状は一般的には矩形状であるが、その他の形状であってもよい。これらの構成は、先に述べた第1実施形態にも適用できる。

[0045] Al板12、13は99.99質量%以上のAlを含有する。Al含有率を99.99質量%以

上とすることで、Al板12、13の応力緩和効果が向上し、温度変化に曝された際のAlN／Al接合体10の反りやAlN基板11の割れが抑制される。Al板12、13の厚さは限定されないが、一例として0.25～0.6mmとされる。より具体的な実施形態では、AlN基板11は、例えば厚さ0.635mm、Al板12、13は、例えば厚さ0.4mmとされる。Al板12、13はAlN基板11の全面に接合されていてもよいし、図4に示すようにAlN基板11の周辺部を除く部分にのみ形成されていてもよい。これらの構成は、先に述べた第1実施形態にも適用できる。

[0046] ロウ材14の厚さは限定されないが、一例として0.005～0.05mmとされる。より具体的な例では0.03mm程度である。ロウ材14の材質は限定されないが、好ましくは、Al－Si系、Al－Ge系、Al－Mn系、Al－Cu系、Al－Mg系、Al－Si－Mg系、Al－Cu－Mn系、及びAl－Cu－Mg－Mn系などアルミニウム合金系のロウ材から選択された1種または2種以上とされる。いずれのロウ材もAl含有量は70～98質量%とされる。この中でも特に、Al－Si系ロウ材が好ましい。Al－Si系ロウ材の一例を挙げると、95～75質量%のAl及び3～20質量%のSiを含む合金であり、融点（共晶点）は577℃である。これらの構成は、先に述べた第1実施形態にも適用できる。

[0047] Al／AlN接合体10は、図5に示すように、その表面に多孔質層21を備え、少なくとも多孔質体を形成する空間（気孔）の一部が三次元網目構造とされると共に、三次元網目構造を構成する空隙が、AlN材の表面からAlN材の内部へ向かうにつれ広がっている。また、三次元網目構造を有する領域は、AlN結晶の略0.5層以上かつ3層以下とされ、三次元網目構造をなす気孔（空隙）にはロウ材14が含浸されて凝固している。なお、本明細書において、1層とはAlN結晶粒の粒径分に相当する厚みを示しており、AlN結晶粒の粒径は約1 μ m以上約15 μ m以下である。

[0048] 絶縁AlN基板11の表裏に接合されるAl板12、13は、それぞれの厚みが等しくされることが好ましい。Al板12、13は絶縁AlN基板11の両面に接合されることが好ましい。厚みが異なっていたり、片側のみにAl板が接合されていると絶縁AlN基板11に反りが発生しやすいためである。ただし、必要に応じて片側のみに適用してもよい。

[0049] この実施形態のAl／AlN接合体10によれば、少なくとも多孔質層21を形成する気

孔の一部が三次元網目構造とされているので、AlN基板11の結晶粒と三次元網目構造の気孔部分に充填されたロウ材14が互いに係合し、Al板12、13とAlN基板11が確実に接合される。

三次元網目構造内にロウ材14が分散、接合されているのでAl／AlN接合体、Al／AlN接合体を構成するAl板、AlN基板が膨張、収縮を繰り返しても応力がAlN表面の結晶粒子それぞれのアンカー部で分散され、接合体初期接合のみならず、熱サイクル後においても、安定した接合を確保することができる。

[0050] Al／AlN接合体10は、三次元網目構造がAlN結晶構造の略0.5層以上に対応する範囲であるのでロウ材がAlN結晶の背後まで廻り込んでしっかりと喰いつく。また、結晶粒の略3層に対応する範囲までの気孔を三次元網目構造として使用し、AlN基板深層の脆弱層を使用しないことにより、使用するロウ材が削減できるとともに温度サイクルによる剥離が抑制される。

[0051] Al／AlN接合体10は、三次元網目構造の空間が表面よりも内部において広いので、アンカー効果によりロウ材がAlNに確実に接合される。その結果、温度サイクルによる剥離が抑制できる。

[0052] 次に、前記AlN／Al接合体10の製造方法を説明する。

まず、AlNのグリーンシートの上に離型のための窒化ホウ素(BN)シートを積層してAlNのグリーン焼結することによって、図6に示すようなAlN基板の素材22を得る。図2において、AlN基板11は、その表層の少なくとも一部が3次元網目構造(図示せず)をなす多孔質層21と、さらに多孔質層21の表層部分に形成された脆弱多孔質層23とを有する。

[0053] 次に、焼結後のAlN基板の素材22の表層をホーニングして、AlN基板11の表層に付着したBN(図示せず)を除去するとともに、AlN基板11の最外表層面に形成された脆弱多孔質層23を除去する。必要に応じて、ホーニングをする前に脆弱多孔質層23を研削してもよい。

この場合、ホーニングは、例えば#600の Al_2O_3 粒子を用いて、圧力500hPa(0.49Kg/cm²)以上かつ2500hPa(2.47Kg/cm²)以下の条件で、最大粗さRy(JIS B0601-1994)が1.50～3.30μmとなるように行われる。

ホーニング圧力を2500hPa以下とすることで、図7に示すように、AlN基板11表層の多孔質層21の結晶構造の表面凸凹が潰れて平面的になるのが抑制される。ホーニング圧力を500hPa以上とすることにより、AlN表層の多孔質層がグリーン焼結した後のBNを十分に除去することができ、AlN基板11表層にロウ材が浸入するための開口がAlN粒子間に十分に形成されてロウ材の浸入が容易となり、さらに多孔質層21の結晶構造の表面凸凹が保持される。

- [0054] 次いで、Al板13の上に順に、シート状のロウ材14、AlN基板11、シート状のロウ材14、及びAl板12を重ねる。これらを真空中にて、600℃以上かつAl板12、13の融点以下の温度に加熱し、ロウ材14を融解して液相とする。

真空にすることによって、AlN基板11の表層の多孔質層21ならびに3次元網目構造内の気孔を満たしていた空気が排出され、気孔内が真空状態となる。

その後、Al板12、13とAlN基板11の接合面に50～300kPa(約0.5～3kg/cm²)の圧力を加えて3次元網目構造内の空孔(真空状態にされた気孔)に、液相とされたロウ材14を浸入させ、その後、融液を冷却速度0.5～1.0℃/分で約500℃まで冷却することによって、ロウ材14を凝固させることで、AlN多孔質層21を介してAlN基板11とAl板12、13を接合する。

- [0055] 貼り合わせる際の圧力は接合ムラを防止するためには、50kPa以上が適当であり、接合時のAlN基板11の割れを防止する観点からは300kPa以下が適当である。

十分な接合強度を確保するためにはロウ材に液相が確実に発生する600℃以上が、前述した結晶粒径を確保するためにはAl板12、13の融点以下に加熱することが好適である。

ロウ付け後、室温まで冷却し、その後、片面のAl板12、13を所定のパターンにエッチングし、回路を形成することによりパワーモジュール用基板を得る。

- [0056] 前記実施形態にかかるAlN/Al接合体10の製造方法によれば、Al板12、13と接合されるAlN基板11の表面に、予め多孔質層21が形成されているので、Al板12、13を接合する際に、ロウ材14が液相となりAlN基板11の多孔質層21の気孔内に浸入、凝固するので、ロウ材14がAlN基板11の内部に確実に喰い付いて確実に接合される。

[0057] また、AlNの最外層表面の脆弱多孔質層が加工除去されているので、ロウ材がAlN接合面に非常に強固に喰い込んでいて、接合面に力が加わってもAlN表面の表層が剥離難いのでAl／AlN接合体の接合面の剥離が抑制される。

また、AlN基板11のAl板12、13と当接する面にロウ材14を配置した状態で加圧・真空加熱するので、AlN基板11の表面に形成された多孔質層21の気孔内の空気が除去されて気孔内へのロウ材14の浸入が容易になる。また、ロウ材14及びAlN基板11の接合面が酸化されることがない。また、加圧することにより、融解したロウ材14がその表面張力に抗して気孔内に押し込まれる。

[0058] また、AlN基板11の接合面を真空状態に置いた後に、ロウ材14に液相を発生させるので、AlN基板11の表面に形成された多孔質層21の気孔内の空気が完全に除去された後に、溶融したロウ材14の浸入が始まる。従って、空気による圧縮抵抗がなくロウ材14が多孔質層21の気孔内の隅々まで浸透する。

さらに、加圧されることによりロウ材14の表面張力に抗して気孔内の小さな隙間までロウ材が押し込まれる。

[0059] また、AlN基板11の表面に形成された多孔質層21の気孔内に溶融したロウ材14が浸入した後にロウ材14の融液を冷却、凝固させることにより、ロウ材14がAlN基板11の多孔質層21の内部までしっかりと固着する。

[0060] 次に、本発明の第3の実施形態であるパワーモジュールを説明する。本実施形態のパワーモジュール30には、上述した第2の実施形態において説明したパワーモジュール用基板が実装されている。図8はパワーモジュール30を示す図である。

[0061] 図8に示すように、パワーモジュール30は、放熱体31の一方の主面に1または2以上の方形のパワーモジュール用基板32がロウ材33によって固着されると共に、パワーモジュール用基板32の上面にハンダ34によって半導体チップ35が搭載されたものである。放熱体31はAl系合金板からなる板材であって、その厚さは限定されないが、一例として3～10mmのものが使用される。

[0062] パワーモジュール用基板32は、第2の実施形態と同様のものでよい。例えば厚さ0.3～1.5mmのAlN基板11と、AlN基板11の両面に接合された第1及び第2のAl板12、13を備える。第1及び第2のAl板12、13は、例えば厚さが0.25～0.6mmと

される。パワーモジュール用基板32は、例えば一辺が30mm以下の方形状とされる。

- [0063] パワーモジュール用基板32は、放熱体31にロウ材によりロウ付けされている。ロウ材としては、Al-Si系、Al-Cu系、Al-Mg系、Al-Mn系及びAl-Ge系のロウ材から選ばれる1または2以上を用いることが好ましい。

パワーモジュール用基板32を放熱体31へロウ付けするには、放熱体31の上にロウ材のシート及びパワーモジュール用基板32をこの順序で重ね、これらに荷重50～300kPaを加え、真空中または不活性ガス中で580～650℃に加熱してロウ材を熔融させ、その後冷却する。ロウ材33は融点がロウ材14の融点より低く、500～630℃、例えば575℃程度のものが好適である(ただし、融点とは液相線を越える点とする)。この場合、AlN基板11とAl板12、13を接合したロウ材14は完全には熔融せずに、放熱体31と第1のAl板13とを接合させることができる。

- [0064] このように構成されたパワーモジュール30は、放熱体31の隅に形成された取付孔に雄ネジ36が挿入され、これら雄ネジ36が水冷式ヒートシンク37に形成された雌ネジにそれぞれ螺合されることにより、放熱体31の他方の面が、例えばAl合金からなる水冷式ヒートシンク37に密着接合される。

- [0065] このように構成されたパワーモジュール30では、上述した第2の実施形態と同様の効果を奏する。

このようなパワーモジュール用基板32を実装したことにより、熱サイクル時に生じるパワーモジュール用基板32の縁における収縮量の相違も比較的小さく抑制できて、パワーモジュール30の熱サイクル寿命を延ばすことができる。その結果、パワーモジュールとしての信頼性を向上できる。

実施例 1

- [0066] 本発明にかかるパワーモジュール用基板を、実施例により具体的に説明する。まず、AlNのセラミックス基板1(50mm×30mm、厚さ0.635mm)のサンプルをA～J用意し、それぞれ異なる条件で表面処理を行った。サンプルA～Jのそれぞれの両側に純度99.9%以上のAlの金属回路板2(100mm×5mm幅、厚さ0.4mm)及び純度99.9%以上のAlの金属板3(50mm×30mm幅、厚さ0.4mm)を、Al-Si箔(5

0mm×5mm幅、厚さ0.1mm)を挟んだ状態で積層し、接合した。このように作製したサンプルについて、接合界面の評価及び接合強度測定を行った。

[0067] サンプルA～Iは、表面のダメージを変えるために、下記のように、ホーニング回数を1～3、ホーニング圧力を弱、中、強の3種類で行い、9種類の異なる条件で表面処理を行った。また、サンプルJについては、表面を10 μ mだけ機械研削した。

[0068] サンプル:ホーニング回数:圧力

A	:	1	:	弱
B	:	1	:	中
C	:	1	:	強
D	:	2	:	弱
E	:	2	:	中
F	:	2	:	強
G	:	3	:	弱
H	:	3	:	中
I	:	3	:	強
J	:	(機械研削)		

[0069] 接合は、荷重をかけて600℃以上真空中または還元雰囲気中で加熱して行った。また、Alの金属回路板2のうち接合部以外の部分を90度折り曲げて、接合強度測定用(ピーリング法)のサンプルとした。

このように前記サンプルで作製したパワーモジュール用基板を、超音波検査法にて初期状態及び温度サイクル後の接合性について評価した。接合強度測定用サンプルにおいても、同様に初期及び温度サイクル後(温度サイクル条件:タバイエスペック社製装置使用、-40℃×15min～125℃×15min(気槽)で3000サイクル後)の接合強度(ピーリング強度)について測定した。初期状態及び温度サイクル後の接合性については、はがれ発生がない場合は十分良好(○)、Al接合部端部1mm以内のはがれの場合はやや不十分(△)、1mm以上の領域ではがれの場合は不十分(×)として評価した。

[0070] 接合界面の評価は3種類行い、第1評価は、表面処理ダメージによる歪み発生傾

域の観察として、界面のセラミックス結晶粒のTEM観察(明視野像)を行い、結晶粒内暗部つまり転位部が40%以上の結晶粒をダメージ結晶粒と定義し、該ダメージ結晶粒の割合をパーセンテージで示した。

第2評価は、第1評価と同様に、歪み発生領域の観察として、界面のセラミックス結晶粒のTEM観察を行い、X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定において、X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定において得られた不均一歪み解析値を結晶粒の歪みと定義し、該ダメージを歪みで示した。なお、TEM観察を行う場合、転位が消滅しないサンプル厚さに設定している。このようにして試験した結果を、以下の表1に示す。

[0071] [表1]

サンプル	歪み量 評価-1	歪み量 評価-2	初期 接合性	温度サイクル後 接合性	初期接合 強度 (N/cm)	温度サイクル後 接合強度 (N/cm)	総合 評価
A	0%	0%	△	×	150以上	150以上	×
B	0%	0%	○	○	150以上	150以上	○
C	8%	0.026%	○	○	150以上	150以上	○
D	17%	0.028%	○	○	150以上	150以上	○
E	29%	0.029%	○	○	150以上	150以上	○
F	47%	0.030%	△	×	150以上	150以上	×
G	53%	0.032%	△	×	150以上	150以上	×
H	66%	0.033%	×	×	50以上	50以上	×
I	81%	0.035%	×	×	50以上	50以上	×
J	100%	0.035%	×	×	50以上	50以上	×

[0072] サンプルAは、接合界面における離型剤のBNの残留量が蛍光X線分析によるB量で5と多かった。これは、ホーニング不足によるものと考えられる。

[0073] この試験結果からわかるように、離型剤が多く残留したサンプルA以外で、第1評価で29%、第2評価で0.03%以下となったサンプルB～Eの全てにおいて、初期接合性及び温度サイクル後の接合性が良好であり、十分に高い接合強度及び信頼性が

得られた。

[0074] B量は、蛍光X線分光法によりB-K α 及びAl-K α のピーク高さを求め、B-K α のピーク高さ／Al-K α のピーク高さ $\times 100000$ で求めた。蛍光X線分光法での各元素のピーク高さは以下の条件で測定した。

(共通条件)

測定装置: RIX2100

測定径: 20mm

測定雰囲気: 真空

スピンあり

(Bのピーク高さ測定条件)

元素 B-K α

ターゲット Rh

電圧 20kV

電流 20mA

フィルタ out

アッテネータ 1/1

スリット std

結晶 RX70

PHA 100-330

角度 49.5° (バックグラウンド 40.0°)

時間 150sec (バックグラウンド 75sec)

(Alのピーク高さ測定条件)

元素 Al-K α

ターゲット Rh

電圧 20kV

電流 20mA

フィルタ out

アッテネータ 1/1

スリット std
結晶 PET
PHA 100-300
角度 144.8°
時間 45sec

[0075] 結晶粒の歪み量は、以下の装置による以下の条件で測定した。

使用装置: RINT2000/PC ULTIMA + 試料水平ゴニオメーター (理学電気株式会社製商品名)

使用X線: CuK α

X線出力: 40KV、40mA、カウンタモノクロメーター (グラフアイト)

使用検出器: シンチレーション、

測定2 θ 範囲: 64から128°、

測定ステップ: 0.01°、

積算時間: 2秒/ステップ、

スリット条件: 発散スリット1°、散乱スリット1°、受光スリット0.15mm

[0076] 本発明によれば、以下の効果を奏する。

本発明のパワーモジュール用基板及びパワーモジュールによれば、セラミックス基板が、金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下または接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であるので、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。したがって、温度変化の厳しい環境下であっても高い信頼性を有するパワーモジュールを得ることができる。

実施例 2

[0077] 次に、本発明の第2の実施例について説明する。

接合前のホーニングの圧力を変化させて接合したAlN基板に、温度サイクル試験(−45〜125℃)をして、1000サイクル毎に剥離の有無を超音波検査装置で調べて剥離が生じない最大の温度サイクル数を寿命とした。

3次元網目構造の深さは、AlN／Al界面付近の断面をSEM(走査型電子顕微鏡)により観察し、Al成分中に含まれるSiのAlN基板への浸入深さをEPMA(電子線マイクロアナライザ)の元素面分析により測定した。

[0078] 最大粗さRyは、表面粗さ計(ミットヨ製商品名サーフテスト501)により、比表面積はレーザー顕微鏡(キーエンス製商品名VK8550)により、いずれも倍率500倍で測定した。

3次元網目構造の深さは、サンプルを加熱処理しAl表面を酸化させた後、面分析で酸素元素の侵入深さを測定する方法で測定してもよいし、AlN基板を裏面から研磨してAlの露出が開始した試料をさらに研磨し、完全にAlNがなくなるまでの段差を侵入深さとしてもよい。

以下に、実施例と比較例とによるAlN基板とAlとの剥離による寿命試験結果を記載する。

[0079] [表2]

実施例	ホーニング圧力 (hPa)	3次元網目構造の深さ	Ry(μm)	比表面積	温度サイクル後の 剥離発生回
実施例-1	2000	0.7	1.50	2.0	3000
実施例-2	1500	1.3	1.70	2.3	5000
実施例-3	1000	1.9	2.30	2.6	4000
実施例-4	500	2.9	3.30	2.7	3000
比較例-1	3000	0.2	1.30	1.8	1000
比較例-2	2500	0.4	1.40	1.9	1000
比較例-3	300	4.0	4.00	2.9	1000

[0080] 比較例として挙げたホーニング圧力が2.5hPa、3.0hPa、0.3hPaの場合には、3次元網目構造の深さがそれぞれ0.2層、0.3層、4.0層、最大粗さがそれぞれ1.30μm、1.4μm、4.0μmとなる。3次元網目構造の深さが非常に浅く形成され、または最大粗さが非常に大きく形成されて、基板の凸凹を考慮した表面積と基板面の平面積との比である比表面積が2.0未満または2.7超となり不安定な状態となっている。その結果、温度サイクル後の剥離が2000回未満(寿命1000回)で発生している。

[0081] 実施例1～4によれば、3次元網目構造の深さがそれぞれ0.7～2.9層、最大粗さが1.5～3.3 μm となり、比表面積が2.0～2.7に形成されている。その結果、従来品の比較例が寿命1000回であるのに対して、実施例1～4では3000サイクルまで接合面の剥離が発生せず、寿命が約3倍になることが確認された。

[0082] 本発明の技術範囲は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、前記第2及び第3の実施形態において、図4に示すように、3次元網目構造がAlN結晶構造の約3層の場合について示したが、3次元網目構造は略0.5～3層の範囲で存在すればよい。

また、3次元網目構造を形成する手段として、ホーニングによる場合について説明したが、エッチング等の化学的な手段によってもよい。

また、前記実施の形態で記載した加工条件は、一例を示すものであって他の加工条件によってもよい。

産業上の利用可能性

[0083] この発明にかかるパワーモジュール用基板及びパワーモジュールによれば、金属板とセラミックス基板との高い接合強度が得られ、産業上の利用可能性が認められる。また、この発明にかかるAlN／Al接合体の製造方法とそれを用いて製造した信頼性の高いAlN／Al接合体とそれを使用したパワーモジュール用基板及びパワーモジュールによれば、十分な耐熱サイクルを確保して十分な寿命が得られる。

請求の範囲

- [1] 金属板と、この金属板に接合されたセラミックス基板とを有するパワーモジュール用基板であって、
前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であり、
前記接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。
- [2] 金属板と、この金属板に接合されたセラミックス基板とを有するパワーモジュール用基板であって、
前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であり、
前記接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。
- [3] 請求項1または2に記載のパワーモジュール用基板において、
前記金属板は、アルミニウム板であり、
前記セラミックス基板は、窒化アルミニウム板または窒化ケイ素板であるパワーモジュール用基板。
- [4] 請求項1から3のいずれかに記載のパワーモジュール用基板と、前記パワーモジュール用基板の前記金属板上に搭載された半導体チップとを有するパワーモジュール。
- [5] AlとAlNをロウ材を介して接合してなるAl/AlN接合体であって、
前記AlN表面の多孔質層の内部にロウ材が溶浸され、該溶浸されたロウ材は少なくとも一部がAlN結晶構造の略0.5層以上3層以下の範囲において三次元網目構造体を形成していることを特徴とするAl/AlN接合体。
- [6] 請求項5に記載のAl/AlN接合体であって、前記溶浸されたロウ材からなる三次元網目構造体の太さがAlN表面側よりもAlNの内部側で大きいことを特徴とするAl/AlN接合体。
- [7] 絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面側に設けられた放熱体とを備えたパワーモジ

ジュール用基板であって、

前記絶縁基板として請求項5または請求項6のいずれかに記載のAl／AlN接合体を用いることを特徴とするパワーモジュール用基板。

[8] 請求項7に記載のパワーモジュール用基板と、前記パワーモジュール用基板の前記絶縁基板の他方の面側に搭載されたチップとを有することを特徴とするパワーモジュール。

[9] 請求項7に記載のパワーモジュール用基板と、前記パワーモジュール用基板の前記絶縁基板の前記一方の面側に設けられた空冷または液冷のヒートシンクを有することを特徴とするパワーモジュール。

[10] Al／AlN接合体の製造方法であって、
AlNの圧粉成形体を焼結して表面に多孔質層を有するAlN焼結体を得る工程と、前記多孔質層にろう材を介してAl材を接合する工程とを有することを特徴とするAl／AlN接合体の製造方法。

[11] 請求項10に記載のAl／AlN接合体の製造方法であって、
前記AlN焼結体の前記Al材が接合される面の表層部の脆弱多孔質層を除去した後、脆弱多孔質層を除去した面に前記Al材を前記ろう材を用いてろう付けすることを特徴とするAl／AlN接合体の製造方法。

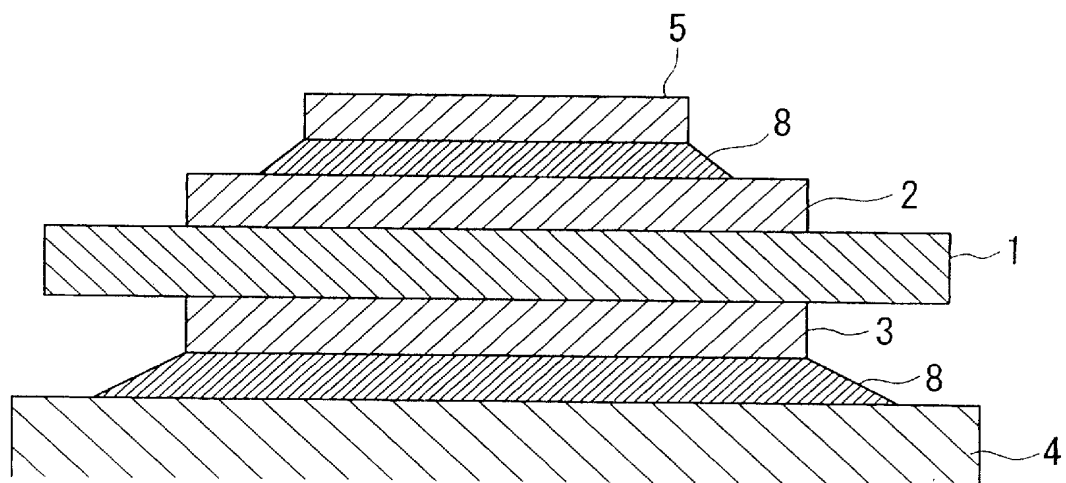
[12] 請求項11に記載のAl／AlN接合体の製造方法であって、
前記AlN焼結体と前記Al材との間に前記ろう材を配置した状態で、これらを真空加熱及び加圧することを特徴とするAl／AlN接合体の製造方法。

[13] 請求項12に記載のAl／AlN接合体の製造方法であって、
前記AlN焼結体と前記Al材との間に前記ろう材を配置した状態でこれらの接合面を真空状態に置いた後、これらを加熱しろう材に液相を発生させ、さらにこれらを加圧して、前記AlN焼結体の多孔質層に前記ろう材の融液を含浸させることを特徴とするAl／AlN接合体の製造方法。

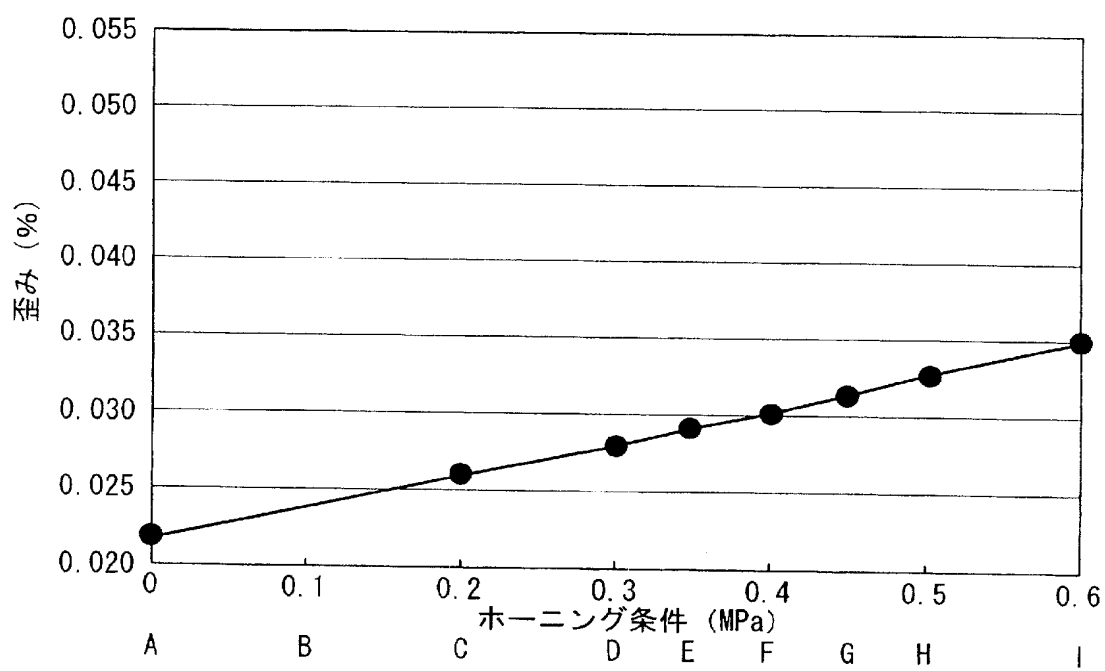
[14] 請求項12または請求項13に記載のAl／AlN接合体の製造方法であって、前記AlN焼結体と前記Al材との間に置いたろう材の融液を冷却、凝固させることにより、AlN焼結体の多孔質層にろう材を含浸させ、AlN焼結体とAl材を接合することを特徴

とするAl／AlN接合体の製造方法。

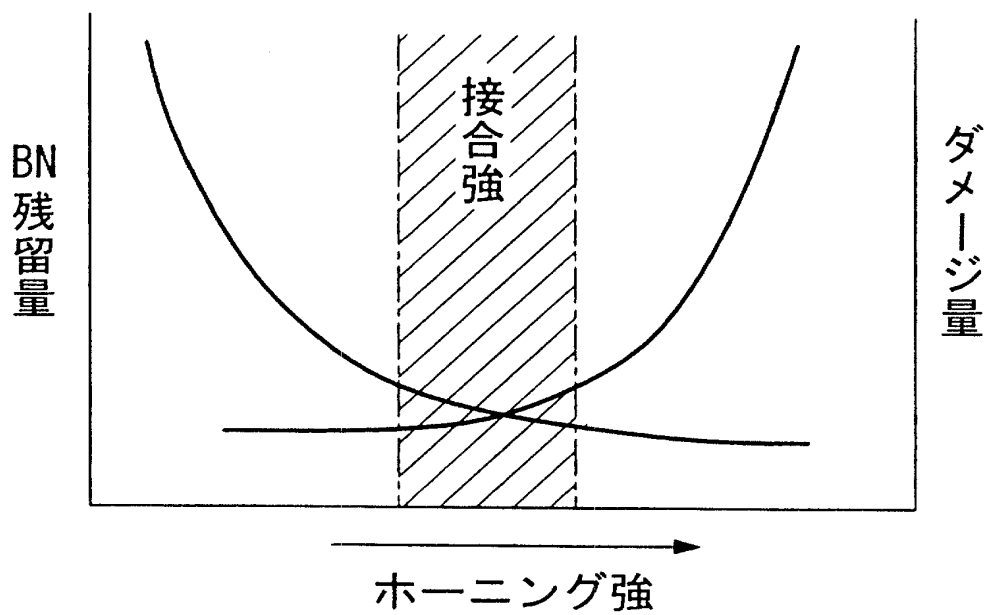
[図1]



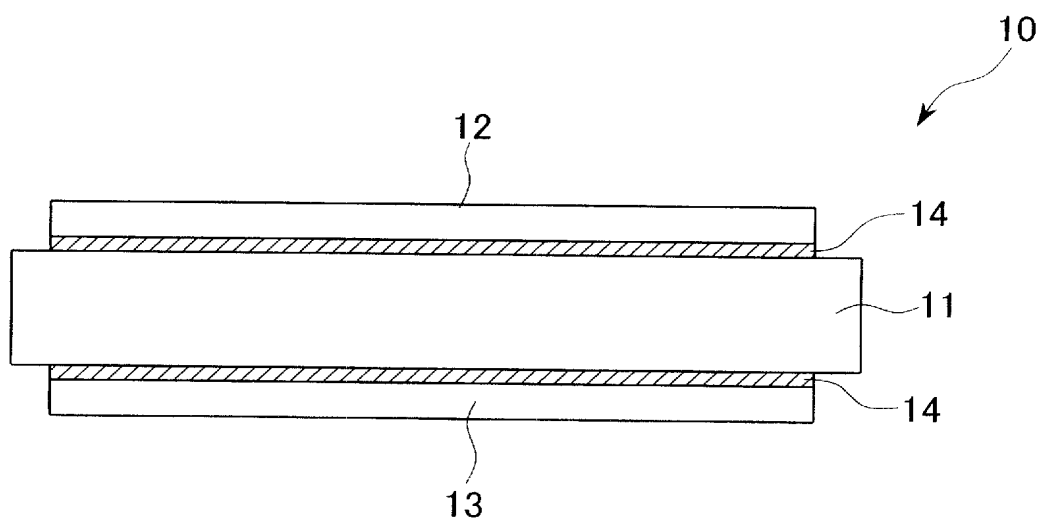
[図2]



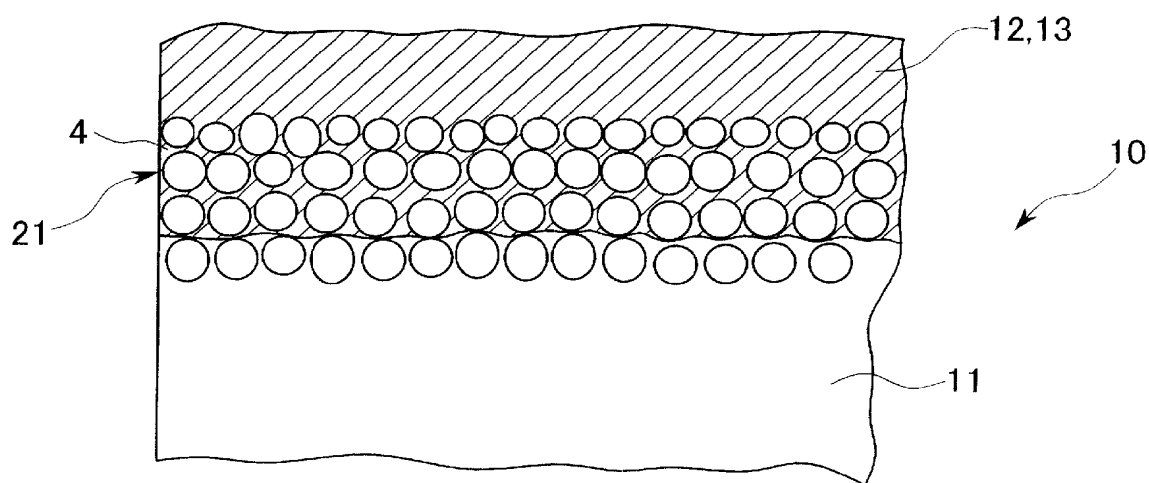
[図3]



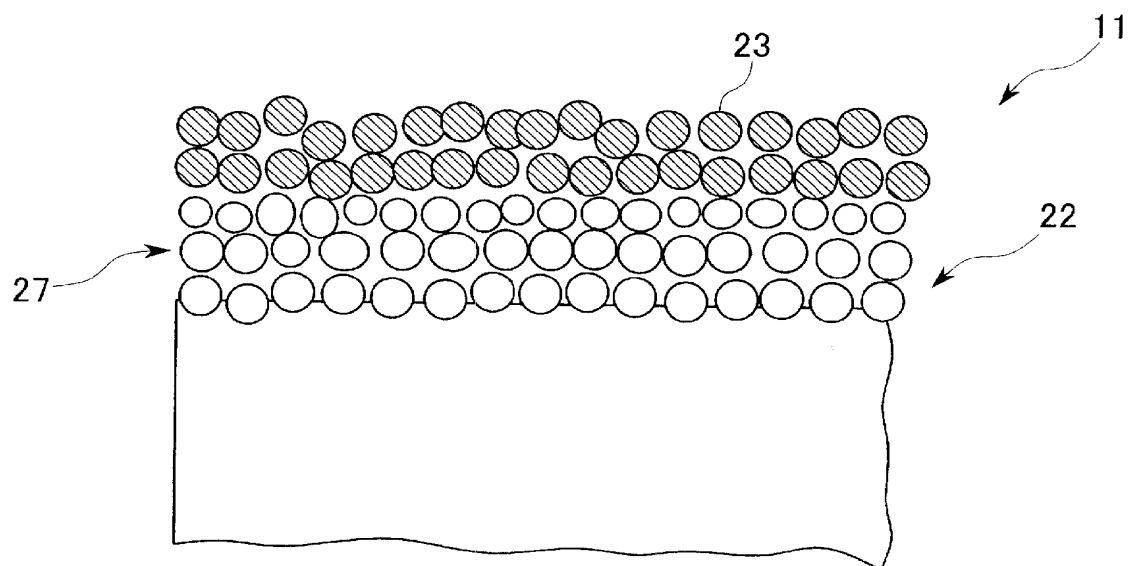
[図4]



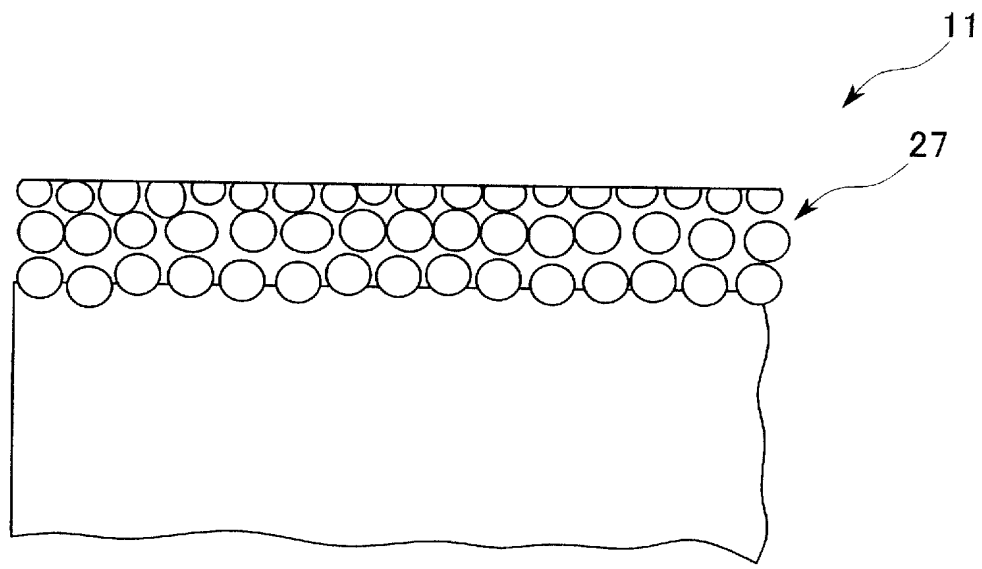
[図5]



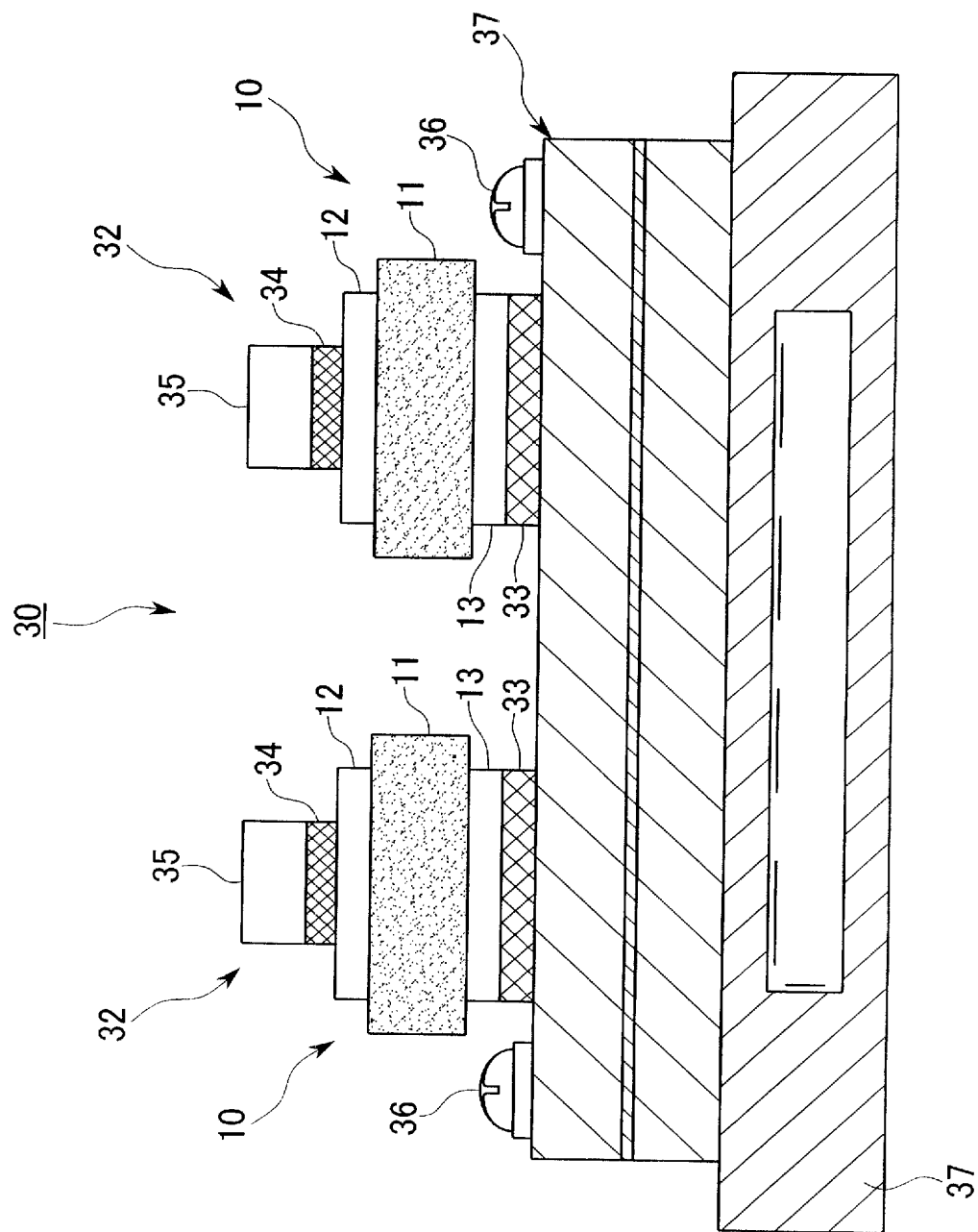
[図6]



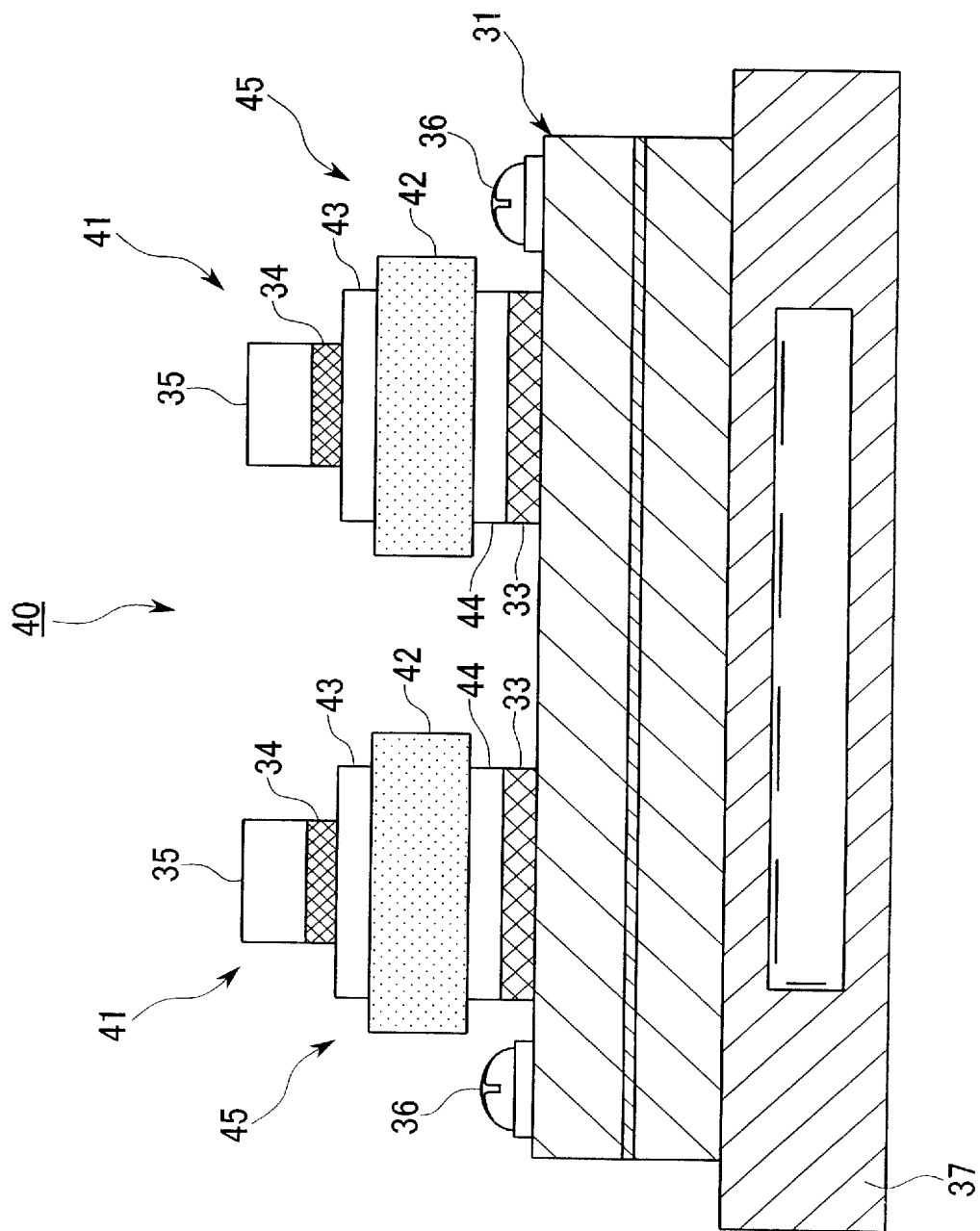
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/006618

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L23/14, 23/12, H05K1/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L23/14, 23/12, H05K1/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-67586 A (Dowa Mining Co., Ltd.), 10 March, 1998 (10.03.98), Par. Nos. [0006] to [0011]; table 1 & US 6013357 A1 & EP 0833383 A2	1-4
Y A	JP 2002-171037 A (Toshiba Corp.), 14 June, 2002 (14.06.02), Par. Nos. [0014] to [0095]; tables 1 to 3; Fig. 2 & US 2002/0060091 A1	1-5, 7-10 6, 11-14
Y	JP 2003-17627 A (Toshiba Corp.), 17 January, 2003 (17.01.03), Par. Nos. [0022] to [0038]; Fig. 3 (Family: none)	4, 7-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June, 2005 (30.06.05)

Date of mailing of the international search report

19 July, 2005 (19.07.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/006618

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-109069 A (Toshiba Corp.), 30 April, 1996 (30.04.96), Par. Nos. [0012] to [0036]; table 1; Fig. 4 (Family: none)	5, 7-9 6
Y A	JP 6-9275 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 18 January, 1994 (18.01.94), Par. Nos. [0005] to [0011]; table 2 (Family: none)	10 11-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/006618

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature of the invention of claims 1-4 relates to a ceramic substrate wherein the amount of residual release agent in terms of B-quantity is <5, while the special technical feature of the invention of claims 5-14 relates to a three-dimensional network structure of Al/AlN junction part. Among these inventions, there is no technical relationship involving one or more of the same or corresponding special technical features. Consequently, it does not appear that these inventions are linked with each other so as to form a single general inventive concept.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L23/14, 23/12, H05K1/03

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L23/14, 23/12, H05K1/03

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-67586 A (同和鉱業株式会社) 1998.03.10, 段落 0006-0011、 表 1 & US 6013357 A1 & EP 0833383 A2	1-4
Y A	JP 2002-171037 A (株式会社東芝) 2002.06.14, 段落 0014-0095、 表 1-3、第 2 図 & US 2002/0060091 A1	1-5, 7-10 6, 11-14
Y	JP 2003-17627 A (株式会社東芝) 2003.01.17, 段落 0022-0038、第 3 図 (ファミリーなし)	4, 7-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.06.2005

国際調査報告の発送日

19.7.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 拓也

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

3547

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 8-109069 A (株式会社東芝) 1996. 04. 30, 段落 0012-0036、表 1、 第 4 図 (ファミリーなし)	5, 7-9 6
Y A	JP 6-9275 A (日本特殊陶業株式会社) 1994. 01. 18, 段落 0005-0011、 表 2 (ファミリーなし)	10 11-14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-4に係る発明の技術的特徴は、離型剤の残留量がB量で5未満であるセラミック基板に関し、請求項5-14に係る発明の特別な技術的特徴は、A1とA1Nの接合部の三次元網目構造に関するものである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。